



19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

12 Patentschrift
10 DE 34 36 190 C 2

51 Int. Cl.⁶
F 16 H 61/08
B 60 K 41/06

21 Aktenzeichen: P 34 36 190.1-12
22 Anmeldetag: 3. 10. 84
23 Offenlegungstag: 10. 4. 88
24 Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 22. 6. 95

DE 34 36 190 C 2

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

73 Patentinhaber:
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

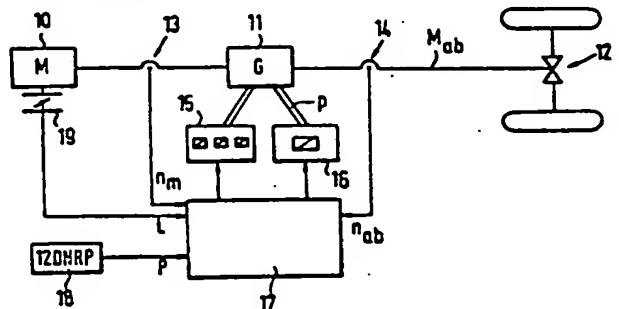
72 Erfinder:
Eschrich, Gerhard, 7016 Gerlingen, DE; Schreiber,
Achim, 7141 Schwieberdingen, DE; Schwab,
Manfred, Dipl.-Phys. Dr., 7016 Gerlingen, DE

50 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht gezogene Druckschriften:

DE-PS 19 32 989
DE-AS 19 48 953
DE 32 05 767 A1
DE 28 43 183 A1
US 42 83 970

54 Einrichtung zur elektronischen Steuerung eines automatischen Fahrzeuggetriebes

57 Es wird eine Einrichtung zur elektronischen Steuerung eines automatischen Fahrzeuggetriebes vorgeschlagen, wobei vorzugsweise elektrohydraulisch betätigbare Reibelemente die Umschaltung zwischen den verschiedenen Übersetzungsstufen bewirken. Eine den Schaltvorgang charakterisierende Größe (Istgröße), vorzugsweise die Schleifzeit, die Schaltzeit oder der Drehzahlgradient während der Schleifzeit, wird mit einer gespeicherten Sollgröße verglichen, wobei bei Überschreiten einer vorgebbaren Abweichung ein Korrekturwert gespeichert wird. Dieser wirkt für die darauffolgenden Schaltvorgänge korrigierend im Sinne einer adaptiven Steuerung auf die Bildung einer Steuergröße für die Reibelemente, vorzugsweise den hydraulischen Druck, ein. Auf diese Weise können Serienstreuungen oder Alterungseffekte kompensiert werden, wodurch große Toleranzen für die verwendeten Teile in Kauf genommen und Schaltqualitätsschwankungen vermieden werden können.



DE 34 36 190 C 2

Beschreibung

Stand der Technik

Die Erfindung geht aus von einer Einrichtung nach der Gattung des Hauptanspruchs.

Es ist bekannt, in automatischen Fahrzeuggetrieben den Druck des Arbeitsmediums, das zur Betätigung der Reibelemente des Getriebes dient, in Abhängigkeit von verschiedenen Betriebsparametern des Kraftfahrzeugs einzustellen. Nach der DE-PS 19 32 985 erfolgt die Druckeinstellung über eine elektronische Steuerung über vorgegebene Druckkennlinien. Ein Ausgleich von Parameteränderungen infolge von Serienstreuungen oder Alterungseffekten kann dadurch nicht erreicht werden. Reibwerte von Lamellen, Kennlinien von Druckreglern oder Federn sowie das vom Motor abgegebene Moment sind jedoch diesen Streuungen unterworfen, wodurch einerseits Schaltqualitätsschwankungen hervorgerufen werden, andererseits jedoch hohe Anforderungen an die Toleranzen der verwendeten Teile gestellt werden. Dies wirkt sich kostenmäßig sehr ungünstig aus.

Aus den DE-OS 28 43 183 sowie 32 057 67 wurden zur Abhilfe dieser Situation geschlossene Regelkreise vorgeschlagen. Diese haben jedoch den Nachteil, daß eine der notwendigen Dynamik Rechnung tragende Regelgröße erforderlich ist. Grundsätzlich sind bei der Regelstrecke Motor-Getriebe infolge der vorhandenen Totzeiten im gesamten Betriebsstrang Stabilitätsprobleme zu erwarten, und es müssen deutliche Regelabweichungen in Kauf genommen werden bevor die Regelung korrigierend eingreifen kann. Dies wirkt sich durch einen schlechten Schaltkomfort aus.

In der US 4,283,970 wird eine Einrichtung zur elektronischen Steuerung eines automatischen Fahrzeuggetriebes mit elektrohydraulisch betätigbaren Reibelementen zur Umschaltung zwischen verschiedenen Übersetzungsstufen beschrieben. Hierbei werden Schaltzeiten mit den tatsächlich vorliegenden Istschaltzeiten verglichen. Abhängig von den Abweichungen zwischen den Ist- und Sollwerten wird dann der hydraulische Druck zur Betätigung der Reibelemente in dem Sinne verändert, daß der Istwert der Schaltzeit näher an den Sollwert herangeführt wird.

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, ein solches System derart zu verbessern, daß insbesondere Serienstreuungen und Alterungseffekte kompensiert werden, so daß eine gleichbleibende Schaltqualität gewährleistet wird.

Vorteile der Erfindung

Das erfindungsgemäße Verfahren mit den kennzeichnenden Merkmalen des Hauptanspruchs hat demgegenüber den Vorteil, daß durch stetige Anpassung der Schaltzeiten und damit gleichbleibende Schaltqualität insbesondere Serienstreuungen und Alterungseffekte kompensiert werden können. Für notwendige Stellglieder oder auch sonstige Bauteile können größere Toleranzen in Kauf genommen werden, was sich durch eine Verbilligung der gesamten Anordnung auswirkt. Da die genannten Parameterstreuungen und -änderungen keine hochfrequenten Störungen, sondern nur sehr niederfrequente Driften bzw. dauerhafte Abweichungen vom Sollwert darstellen, ist eine adaptive Steuerung besonders gut geeignet. Diese adaptive Steuerung läßt sich

leicht und kostengünstig durch eine Erweiterung der Software gegenüber den bekannten elektronischen Getriebesteuerungen realisieren.

Durch die in den Unteransprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen dem im Hauptanspruch angegebenen Einrichtung möglich.

Besonders einfach und kostengünstig läßt sich die Zeitdauer des Schaltvorgangs oder das Schleifen der Reibelemente oder der Gradient der Getriebeeingangsdrehzahl während des Schaltvorgangs adaptiv steuern.

Eine weitere Erhöhung des Schaltkomforts und eine exakte Anpassung an die verschiedenen Last-Drehzahl-Verhältnisse kann durch nicht flüchtige Speicher erreicht werden, in denen die Werte für die Sollgröße, die Istgröße sowie die gebildeten Korrekturwerte in abgestuften Last-Drehzahl-Kennfeldern abgelegt werden.

Zur Vermeidung des Einflusses von Störgrößen oder Parameterstreuungen werden die Werte für die Ist-Größe durch zeitliche Filterung (Mittelwertbildung) von Einzelwerten aus mehreren Schaltvorgängen gebildet.

Zeichnung

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen

Fig. 1 ein Blockschaltbild des Ausführungsbeispiels,

Fig. 2 ein Signaldiagramm zur Erläuterung der Wirkungsweise,

Fig. 3 fünf Kennfelder zur Erläuterung der Bildung der Korrekturwerte und

Fig. 4 ein Flußdiagramm zur Erläuterung der erforderlichen Arbeitsschritte.

Beschreibung des Ausführungsbeispiels

In dem in Fig. 1 dargestellten Ausführungsbeispiel ist ein Motor 10 eines Kraftfahrzeuges über ein Getriebe 11 mit einem Abtrieb 12 verbunden. Am Ein- und Ausgang des Getriebes 11 befinden sich ein Motordrehzahl-Geber 13 (Getriebeeingangsdrehzahl-Geber) und ein Abtriebsdrehzahl-Geber 14. Zur Steuerung des Getriebes 11 dienen einmal Gangschaltventile 15, über die der jeweils einzulegende Gang betätigt wird und zum anderen ein Druckregler 16, der den bei der Betätigung der Reibelemente des Getriebes 12 wirksamen Druck p einstellt.

Die Gangschaltventile 15 werden in der üblichen Weise von einer elektronischen Getriebesteuereinheit 17 angesteuert, der verschiedene Betriebsparameter in an sich bekannter Weise zugeführt werden. In Fig. 1 sind davon die Motordrehzahl n_m , die Abtriebsdrehzahl n_{ab} , die Motorlast L sowie der Programmbefehl P eines Positions-Schalters 18 dargestellt. Als Lastgeber ist ein Drosselklappengeber 19 dargestellt.

Zur prinzipiellen Wirkungsweise des Einlegens der Gänge, der Betätigung der Gangschaltventile sowie des Druckreglers 16 sei auf den eingangs angegebenen Stand der Technik sowie auf Bosch Technische Berichte, Band 7 (1983) Heft 4, verwiesen. Die notwendigen Steuerungsfunktionen werden dabei in der vorzugsweise als Mikrorechner ausgebildeten elektronischen Getriebesteuereinheit 17 erzeugt.

Im folgenden soll die erfindungsgemäße Steuerung prinzipiell anhand der in Fig. 2 dargestellten Signaldiagramme am Beispiel eines Hochschaltvorgangs erläu-

tert werden. Die erfindungsgemäße adaptive Steuerung kann jedoch auch bei Schubrückschaltungen angewandt werden, also bei Rückschaltung ohne Unterbrechung der Zugkraft.

Nach Auftreten eines Gangschaltsignals G steigt die Motordrehzahl n_m noch bis zum Erreichen des Freilaufpunktes FP an, worunter man den Punkt versteht, an dem die dem neuen Gang zugeordneten Reibelemente das volle Moment übernehmen und die dem alten Gang zugeordneten Reibelemente (bzw. der zugehörige Freilauf) lösen. Ab diesem Freilaufpunkt FP beginnt nun die Motordrehzahl n_m abzusinken, während gleichzeitig die Reibelemente schleifen. Zum Zeitpunkt T ist der neue Gang eingelegt, die Reibungselemente haften wieder und die Drehzahl beginnt wieder leicht anzusteigen.

Der Schaltkomfort ist durch den Verlauf des Abtriebsmoments bestimmt. Dabei soll der Momentensprung zum Zeitpunkt T möglichst gering sein. Andererseits ist die Belastung der Reibelemente durch das Kupplungsmoment und die Schleifzeit T_s bestimmt. Da einerseits aus diesem Grunde die Schleifzeit möglichst gering, andererseits der Momentensprung ebenfalls möglichst gering sein soll, wird durch Vergleich der durchgezogenen Kurven mit den unterbrochenen und strichpunktiierten Kurven deutlich, daß die Steuerung des Schaltablaufs stets einen Kompromiß erfordert. Dieser Kompromiß wird durch eine Soll-Schleifzeit t_s vorgegeben. Ist die Schleifzeit zu kurz (t_1), so ergibt sich ein zu großer Momentensprung und der Druck p wird für die folgenden Schaltvorgänge verringert, um eine Verlängerung der Schleifzeit zu erreichen. Ist dagegen die Schleifzeit zu lang (t_2), so ergibt sich zwar ein geringer Momentensprung, jedoch führt diese lange Schleifzeit zu einer zu großen Belastung der Reibelemente und der Druck p wird dementsprechend für die folgenden Schaltvorgänge erhöht.

Als den Schaltvorgang charakterisierende Größe kann anstelle der Schleifzeit prinzipiell auch die Schaltzeit, das ist die Zeitdauer zwischen dem Gangschaltsignal G und dem Ende der Schleifzeit, oder der Gradient der Motordrehzahl n_m (Getriebeeingangsdrehzahl) während des Schleifens der Reibelemente gewählt werden.

Zur Durchführung der adaptiven Regelung werden die Sollwerte für die Schleifzeit t_s gemäß Fig. 3a in einem Last/Drehzahl-Kennfeld abgelegt. Dabei kann prinzipiell die Rasterung für die Last- und Drehzahlklassen (L1 bis L5, n_1 bis n_4) beliebig gewählt werden, wobei gemäß Fig. 3a 25 Sollwerte für t_s in einem Festwert-Speicher in der elektronischen Getriebesteuerungseinheit 17 gespeichert werden. Die gespeicherten Werte sind in Millisekunden (ms) angegeben, wobei zur Vereinfachung der Darstellung nicht alle Zahlenwerte eingesetzt wurden. Die Lastklassen können z. B. wie folgt definiert werden: Schub L1, Nullast L2, Teillast L3, Halblast L4 und Vollast L5.

In einem zweiten, genau gleich strukturierten Kennfeld, wie es in Fig. 3b dargestellt ist, werden die tatsächlich gemessenen Werte der Adaptiongröße Schleifzeit eingetragen und in einem RAM oder in einem nichtflüchtigen Speicher (z. B. EEPROM oder gepuffertes RAM) gespeichert. Diese tatsächlichen Werte werden durch zeitliche Filterung aus mehreren Schaltvorgängen in den betrachteten Last/Drehzahl-Rasterfeld gebildet. Diese Mittelung kann beispielsweise über vier Schaltvorgänge erfolgen. Die Einteilung in die verschiedenen Rasterfelder nimmt das Mikrorechnersystem aufgrund der bei der jeweiligen Schaltung vorliegenden

Bedingungen vor.

In einem dritten wiederum gleichartig strukturierten Kennfeld werden schließlich die Korrekturwerte für den aus abgelegten Kennlinien oder einem vorgegebenen Algorithmus jeweils ermittelten Druck gespeichert. Dies ist in Fig. 3c dargestellt. Diese Werte werden in einem nichtflüchtigen Speicher gespeichert, so daß die Mittelung und Korrekturwertbildung jeweils über eine beliebig vorgegebene Zeit bzw. beliebig vorgegebene Zahl von Schaltvorgängen erfolgen kann. Die Korrekturwerte werden dabei jeweils in Abhängigkeit von der Sollwert-Istwert-Abweichung um eine entsprechende Zahl von Inkrementen erhöht oder erniedrigt, wobei jedes Inkrement mit einem bestimmten Druck bewertet wird, der gemäß Fig. 3c 0,1 bar beträgt.

Zu Beginn der Adaption werden die Werte des Sollwert-Kennfelds (Fig. 3a) auf das Istwert-Kennfeld (Fig. 3b) übertragen. Gleichzeitig werden alle Korrekturwerte im Korrekturwert-Kennfeld (Fig. 3c) auf Null gesetzt. Nach entsprechender Fahrzeit ändern sich die Werte im Istwert-Kennfeld entsprechend der ermittelten Istwerte der Schleifzeiten. Die Fig. 3b und 3c zeigen die Kennfelder zu einem Zeitpunkt t_1 , bevor der erste Adaptionsschritt durchgeführt wird, d. h., die Korrekturwerte haben alle noch den Wert Null, jedoch wurden bereits gültige Mittelwerte für die Schleifzeiten ermittelt. Dies ist für die Drehzahlen n_2 bis n_4 der Fall, während die Mittelwertbildung für die Drehzahl n_1 und die Last L4 noch nicht abgeschlossen ist, weil z. B. die notwendige Anzahl von Schaltungen bei dieser Drehzahl-Last-Kombination noch nicht erreicht ist. Die noch nicht abgeschlossene Mittelwertbildung wird durch eine Markierung im Speicher (als schwarzes Quadrat dargestellt) erkannt. Es ist zu erkennen, daß im dargestellten Beispiel für die Last L4 im oberen Drehzahlbereich die tatsächlichen Schleifzeiten deutlich über den Sollwerten liegen. Für die Last L1 ist es im unteren Drehzahlbereich umgekehrt.

In den Fig. 3d und 3e ist der Zustand der Adaptionsschritte dargestellt. Die Schwellwerte für eine Adaption um ein Inkrement wurden hier z. B. auf 40 ms gelegt, also für zwei Inkremente auf 80 ms. Für die verschiedenen dargestellten Last/Drehzahl-Bedingungen ergeben sich dadurch die folgenden Adaptionsschritte:

- n_1/L_4 Mittelwert noch nicht gültig, keine Adaption
- n_2/L_4 Abweichung vom Sollwert unter Schwelle, keine Adaption
- n_3/L_4 Korrekturwerterhöhung um 1 Inkrement
- n_4/L_4 Korrekturwerterhöhung um 1 Inkrement
- n_5/L_4 Korrekturwerterhöhung um 2 Inkremente
- n_1/L_1 Korrekturwertverringern um 2 Inkremente
- n_2/L_1 Korrekturwertverringern um 2 Inkremente
- n_3/L_1 Korrekturwertverringern um 1 Inkrement
- n_4/L_1 Korrekturwertverringern um 1 Inkrement
- n_5/L_1 Abweichung vom Sollwert unter Schwelle, keine Adaption.

Wird eine Korrektur durchgeführt, also der Korrekturwert verändert, dann wird jeweils der Istwert der Schleifzeit wieder auf den Sollwert gesetzt und als noch nicht gültig gekennzeichnet.

Selbstverständlich kann die Zahl der Last- und Drehzahlklassen beliebig erweitert oder verringert werden. Im einfachsten Fall kann auch ein einziger Sollwert für die Schleifzeit vorgegeben werden.

Das in Fig. 4 dargestellte Flußdiagramm zeigt ein Bei-

spiel für den Ablauf einer Adaption. Diese Adaption kann vorzugsweise als Unterprogramm im Programm der Getriebesteuerung enthalten sein. In diesem Beispiel wird anstelle der Schleifzeit die Schaltzeit als charakterisierende Größe für den Schaltvorgang gewählt, als die Zeit zwischen dem Auftreten eines Gangschaltbefehls und dem Ende der Schleifzeit.

Nach dem Start 20 des Adaptionsablaufs wird abgefragt, ob ein Gangschaltsignal 21 vorliegt, im dargestellten Beispiel ein Hochschaltsignal. Ist dies der Fall, so erfolgt im Mikrorechner ein Auslösebefehl 22 für eine Zeitstufe. Danach folgt ein Berechnungsablauf 23, durch den die Synchrondrehzahl n_s im Freilaufpunkt FP berechnet wird. Daraus wird zur Erkennung des Schaltungsendes diejenige Drehzahl n_e ermittelt, bei der der Schaltvorgang abgeschlossen ist, also die Schleifzeit beendet ist. Damit diese das Schaltungsende vorgegebene Drehzahl auch tatsächlich erreicht wird, kann vorzugsweise ein geringer Vorhalt vorgegeben werden, so daß für die Erkennung des Schaltungsendes eine geringfügig gegenüber der Drehzahl n_e erhöhte Drehzahl vorgegeben wird. Danach wird in einer Warteschleife 24 das Schaltungsende abgewartet, also das Erreichen der um Δn erhöhten Drehzahl n_e . Ist das Schaltungsende erreicht, so erfolgt ein Stoppbefehl 25 für das Zeitglied, wobei die Laufzeit des Zeitglieds als Istwert t_{ist} in die den vorliegenden Last-Drehzahlverhältnissen entsprechende Stelle im Istwert-Speicher eingespeichert wird, indem mit dem dort vorliegenden Wert eine Mittelwertbildung t_{ist} durchgeführt wird. Nach einem Prüfschritt 26, in dem das Vorliegen eines über die notwendige Zahl von Schaltvorgängen gemittelten Istwerts geprüft wird, erfolgt ein weiterer Prüfschritt 27, in dem geprüft wird, ob die Schaltzeit um einen Betrag von Δt zu lang ist, wobei Δt beispielsweise 40 ms betragen kann. Ist dies der Fall, so erfolgt eine Druckerhöhung 28 des gespeicherten Korrekturdrucks p_k um Δp , wobei Δp beispielsweise 0,1 bar betragen kann. Gemäß den Fig. 3c und 3e wird der neue Korrekturdruck als entsprechendes Inkrement im Korrekturkennfeld abgelegt. Wird in einem Prüfschritt 29 festgestellt, daß die Schaltzeit zu kurz ist, so wird entsprechend eine Druckverringerung 30 um $-\Delta p$ vorgenommen.

Die Druckerhöhung wie auch die Druckverringerung kann natürlich auch um Vielfache von Δp erfolgen, wenn die Schaltzeittoleranz Δt um ein Vielfaches überschritten wird.

In einem Berechnungsablauf 31 wird nun für die folgenden Schaltvorgänge der vorzugebende Schaltdruck p festgelegt, der sich aus einem aus abgelegten Kennlinien oder einem vorgegebenen Algorithmus bestimmten Druck f (MM), korrigiert um den Korrekturdruck p_k ergibt. Über den Druckregler 16 wird dann der ermittelte Druckwert p in einen entsprechenden hydraulischen Druck umgewandelt 32 und dem Getriebe 11 zugeführt.

Patentansprüche

1. Einrichtung zur elektronischen Steuerung eines automatischen Fahrzeuggetriebes mit vorzugsweise elektrohydraulisch betätigbaren Reibelementen zur Umschaltung zwischen verschiedenen Übersetzungsstufen, bei der
 - Speichermittel zur Speicherung wenigstens eines Sollwertes für eine den Schaltvorgang charakterisierende Größe und
 - Erfassungsmittel zur Erfassung wenigstens eines aktuellen Istwertes für eine den Schalt-

vorgang charakterisierende Größe und
 — Vergleichsmittel zum Vergleichen des wenigstens einen Istwertes mit dem wenigstens einen gespeicherten Sollwert und zum Speichern wenigstens eines von diesem Vergleich abhängigen Korrekturwertes und

— Mittel zur Bildung einer Steuergröße für die Reibelemente, vorzugsweise für den hydraulischen Druck, abhängig von dem Korrekturwert, in dem Sinn, daß der Istwert näher an den Sollwert herangeführt wird.

vorgesehen sind, dadurch gekennzeichnet, daß die Vergleichsmittel derart ausgelegt sind, daß bei Überschreitungen von vorgebbaren Abweichungen zwischen den Sollwerten und den Istwerten die gespeicherten Korrekturwerte jeweils um ein Inkrement verändert werden, wobei jedem Inkrement ein bestimmter Wert der Steuergröße zugeordnet ist.

2. Einrichtung zur elektronischen Steuerung eines automatischen Fahrzeuggetriebes nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Vergleichsmittel derart ausgelegt sind, daß

— bei Überschreitungen von vorgebbaren Abweichungen zwischen den Sollwerten und den Istwerten die Korrekturwerte abgespeichert werden und

— die Istwerte durch Mittelwertbildung von Einzelwerten aus mehreren Schaltvorgängen gebildet werden.

3. Einrichtung zur elektronischen Steuerung eines automatischen Fahrzeuggetriebes nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1, dadurch gekennzeichnet, daß

— die Vergleichsmittel derart ausgelegt sind, daß bei Überschreitungen von vorgebbaren Abweichungen zwischen den Sollwerten und den Istwerten die Korrekturwerte abgespeichert werden und

— die Speichermittel derart ausgelegt sind, daß die Sollwerte wenigstens abhängig von der Last und der Drehzahl des Fahrzeugmotors gespeichert werden.

4. Einrichtung zur elektronischen Steuerung eines automatischen Fahrzeuggetriebes nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Vergleichsmittel derart ausgelegt sind, daß bei Überschreitungen von vorgebbaren Abweichungen zwischen den Sollwerten und den Istwerten die gespeicherten Korrekturwerte verändert werden, wobei für die Korrekturwerte obere und/oder untere Grenzwerte vorgesehen sind.

5. Einrichtung nach einem der vorhergehend genannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die den Schaltvorgang charakterisierende Größe die Zeitdauer (t_s) des Schaltvorgangs oder des Schleifens der Reibelemente ist.

6. Einrichtung nach einem der vorhergehend genannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die den Schaltvorgang charakterisierende Größe der Gradient der Getriebeeingangsdrehzahl (n_m) während des Schleifens der Reibelemente ist.

7. Einrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Vergleichsmittel derart ausgestaltet sind, daß bis zum Abschluß einer der Mittelwertbildungen der vorherige Korrekturwert erhalten bleibt.

8. Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,

zeichnet, daß für die Korrekturwerte obere und untere Grenzwerte vorgesehen sind.

9. Einrichtung nach Anspruch 1 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß für die Korrekturwerte additiv oder multiplikativ auf die Steuergröße einwirken. 5

10. Einrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Steuergröße $[f(M)]$ ein Betrag hinzugefügt wird, der sich aus der multiplikativen Verknüpfung des entsprechenden Korrekturwertes $[K]$ mit einem festen Steuergrößenwert $[p]$ ergibt $[f(M) +/- K \times p]$. 10

11. Einrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß bei Überschreitungen von vorgebbaren Abweichungen zwischen den Sollwerten und den Istwerten die gespeicherten Korrekturwerte inkrementweise verändert werden, wobei 15

- jedem Inkrement ein bestimmter Wert der Steuergröße zugeordnet ist und
- die Anzahl der Inkremente je Schaltvorgang begrenzt ist. 20

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

25

30

35

40

45

50

55

60

65

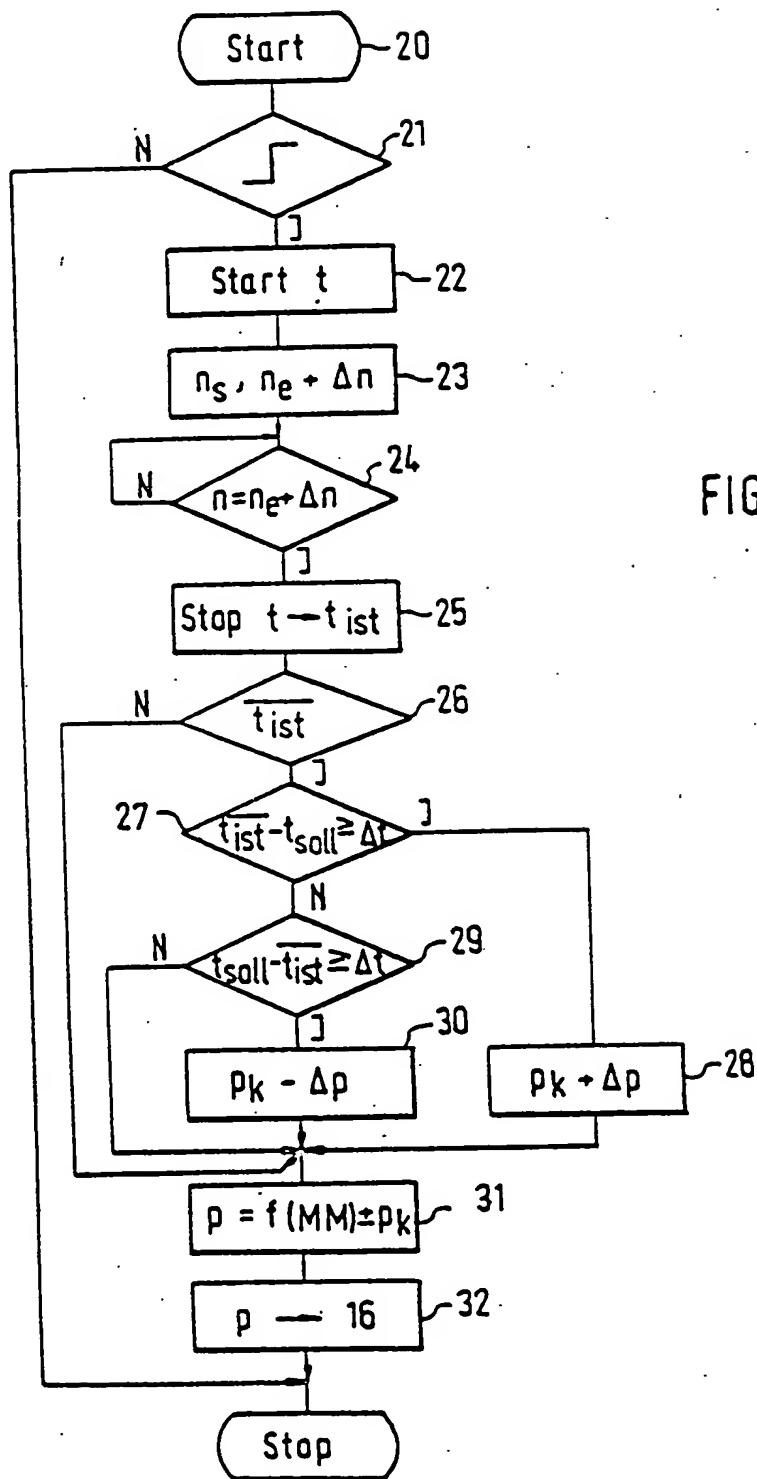


FIG. 4

a)

L	t_0 [ms]				
L5					
L4	600	550	500	500	450
L3					
L2					
L1	600	600	550	550	500
	n1	n2	n3	n4	n4

FIG. 3

b)

L	t_1 [ms]				
	400	560	560	550	530
	510	520	510	510	500
	nm				

d)

L	t_2 [ms]				
	590	560	500	500	450
	600	600	550	550	500
	nm				

c)

L	$K \cdot \Delta p = K \cdot 0,1 \text{ bar}$				
	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0
	nm				

e)

L	$K \cdot \Delta p = K \cdot 0,1 \text{ bar}$				
	0	0	1	1	2
	-2	-2	-1	-1	0
	nm				

